花蓮地區文旦肥培管理研究回顧

Review of Researches on Fertility Management for Wentan Pomelo in Hualian Area

徐仲禹[1*]、倪禮豐[1]

[1]行政院農業委員會花蓮區農業改良場

* E-mail: pudding726@hdares.gov.tw

摘　　要

文旦係花蓮地區重要果樹，民國 103 年栽培面積達 1,372 公頃，主要產區為花蓮縣瑞穗鄉、玉里鎮及宜蘭縣冬山鄉，每公頃平均產量超過 12,000 公斤，是重要經濟果樹之一。花蓮地區環境條件與西部差異甚大，而肥培管理是文旦品質好壞及產量高低的關鍵之一。行政院農業委員會花蓮區農業改良場自民國 80 年起進行文旦肥培管理相關研究，包括土壤性質改良與肥培管理等對文旦品質產量之影響。另外由於花蓮地區環境相當適宜有機農業發展，栽培有機文旦農友比例漸增，本場亦針對文旦有機肥培管理進行試驗研究。近年則配合文旦健康管理生產體系建立，以文旦果實品質、外觀等影響銷售之條件為基礎，研究不同型態氮肥對文旦果實品質之影響。本文針對本場文旦肥培管理之研究進行綜合回顧，並探討後續研究可加強之處。

關鍵詞：花蓮地區、文旦、肥培管理。

前　言

文旦於花蓮地區自 1960 年開始種植，面積逐漸增加，如在花蓮縣瑞穗鄉鶴岡 地區漸漸取代原來栽培的紅茶。根據民國 103 年農業統計年報，全台文旦栽培面積 為 4,253 公頃，宜蘭、花蓮兩縣合計 1,372 公頃，佔全台四分之一以上 (32 %)，是最 大的文旦產區。行政院農業委員會花蓮區農業改良場 (以下簡稱本場) 對文旦之研 究包括栽培管理、肥培管理、病蟲害防治等技術面研究，以及加工利用、產銷經 營等，出版與文旦相關專刊 4 冊、農業專訊 9 篇、學術文章 (本場研究彙報、研討會 論文) 15 篇。近年推動文旦健康管理生產體系，除執行技術研究外，更每月至文旦 產區－花蓮縣瑞穗鄉、玉里鎮，以及宜蘭縣冬山鄉辦理現地式講習會，研究方向 由栽培管理、肥培管理、病蟲害防治個別進行，整合為文旦健康管理。

本場針對文旦肥培管理研究，主要為土壤性質改良、灌溉條件、肥料種類 (包括化學肥料、有機質肥料) 等對文旦果實品質及產量之影響。由於花蓮地區土壤性質、氣候因子、農友習慣與西部差異甚大，故肥培管理模式必不盡相同，目前「作物施肥手冊」僅針對柑橘類給予施肥推薦量，綜觀本場多年研究結果，應針對文旦修正其施肥推薦量，並加強教育農友依據其土壤性質、地形、氣候等條件調整施肥量、時機，以達合理化施肥之目的。

近 10 年花蓮地區文旦產量及栽培面積漸趨穩定 (圖 1)，產地平均價格約 31 元，顯示栽培農戶數以及其栽培技術亦趨平衡。如何提升文旦品質，增加銷售單價，建立穩定產銷供應鏈為目前主要之課題。

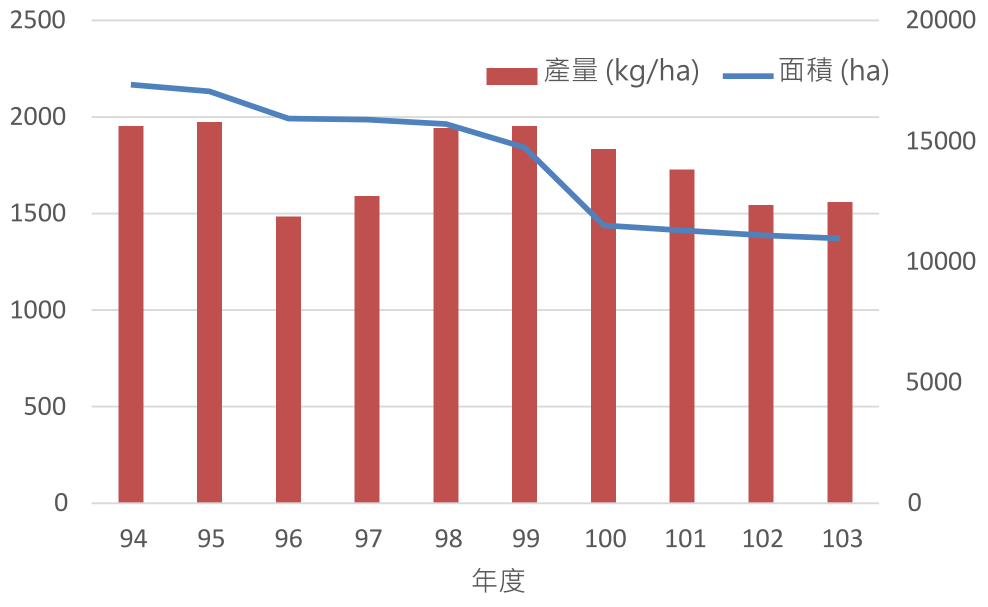

圖 1. 近 10 年宜蘭花蓮地區文旦產量與栽種面積

Figure 1. The yield and area of Wentan pomelo in Yilan and Hualien area in the past decade.

土壤改良對文旦品質產量之影響

一、強酸性土壤改良

花蓮地區文旦果園土壤多為酸性，近來調查結果顯示強酸性土壤比例漸增，而強酸性土壤容易發生缺鎂之情形，除每年 2 至 3 月可見文旦葉片缺鎂之情形(圖2)，果樹還可能有落葉、落果、糖酸度偏低，品質變差等情形。

本場民國 81-82 年研究不同石灰資材施用方法改良強酸性土壤及缺鎂的效果，處理包括不施苦土石灰、撒施、溝施、深施、溝施苦土石灰並添加樹皮堆肥，及深施苦土石灰並添加樹皮堆肥。其苦土石灰施用量為每株 5 公斤，樹皮堆肥施用量為 40 公斤。溝施為開放射狀溝條，深施則為於樹冠下不同方位挖取直徑 20 公分，深度 30 至 60 公分之圓孔共 8 個，以上兩種施用方法皆將土壤與苦土石灰、苦土石灰/樹皮堆肥等混合均勻。

試驗結果顯示，無論是否添加樹皮堆肥，深施石灰資材對於改良土壤酸鹼度、鈣、鎂含量皆有明顯效果，而對於文旦果實品質之影響於施用後兩年才有顯著差異 (Lin & Cheng, 1991; Chiang *et al*. 1999)。

就本場分析農友果園土壤結果顯示，至今農友對果園土壤性質掌握度仍相當有限，多數農友並不瞭解果園土壤是否偏酸，即使知道土壤偏酸，須以石灰資材改良，礙於人力不足，僅能將石灰資材撒施於土壤表面，甚至並未將石灰資材翻入土中，無法達到改良酸性土壤的效果。農友多偏好施用鎂鈣肥，短時間可提高鈣、鎂含量，但對於改良土壤酸鹼度，增加其他營養元素有效性的效果有限。

圖 2. 強酸性土壤易使文旦葉片缺鎂，葉片黃化，葉脈保持綠色。

Figure 2. Lack of magnesium on Wentan pomelo result from strongly acidic soil, with yellow leaves and green veins.

二、土壤有機質含量改良 因花蓮地區氣候高溫多濕，有機質分解快，因此土壤普遍有機質含量不足，

對於文旦果園土壤物理、化學及生物性質皆相當不利。農友施肥習慣係將肥料撒施於表面，對植株而言吸收不易，且會造成淺根、肥效不佳等問題。

本場於民國 81 年研製果樹立體施肥機，目的即是希望可深施肥料，誘導根系 伸入較深的土層，提高肥料的施用效果，因此後續研究有機質肥料不同施用量、

施用位置、深度等處理與傳統施肥方法的不同。

本場民國 82-84 年試驗於文旦果實採收後以撒施、溝施、深施等方式施用 16 kg 有機質肥料 (1.5-3.0-2.0)，以及深施，但深度分別為 30、60 cm，施用量分別為 16 及 32 kg，另外亦有僅施化學肥等一共 7 種處理。結果顯示深施有機質肥料可改善 中、下層土壤酸鹼度、增加有機質、磷、鉀、鈣、鎂、錳、鋅、硼等含量，且能 降低土壤總體密度。而僅施化學肥料者，土壤酸鹼度降低。試驗三年後觀察文旦 果樹根系分布情形，表面撒施、溝施有機質肥料者，其根系分布於地表下 30 cm 佔

50 %，更深層的根系隨深度的增加而漸減。 中、下層土壤的根系越多，將有助於作物對中、下層土壤的養分及水分的吸

收，一來易受颱風侵襲的花蓮地區文旦果樹，根系如深入地層，可減少植株倒伏的可能。二來是花蓮地區文旦果園多位於坡地，且少有灌溉設施，夏季常有乾旱缺水的情形，根系分布深則可促進吸收深層土壤中的水分與養分，而減少乾旱帶來的損失。

而比較不同處理對文旦葉片、果實品質影響的試驗中發現，無論施用方法為何，施用 32 kg 有機質肥料，葉片氮含量皆偏高，為避免造成營養元素間的不平衡，有機質肥料施用 16 kg 即可。連續試驗三年後發現，不同施用方法對文旦果實品質影響不顯著，但施用 16 kg 有機質肥料者，其文旦果糖、蔗糖及葡萄糖之含量皆較施用 32 kg 有機質肥料者佳，且文旦之產量與果實數皆較高。顯示文旦採收後施用之有機質肥料，其氮素含量若較高將影響後續文旦果實的品質與產量 (Perng, 1991)。

肥培管理對文旦品質產量之影響 一、

鉀肥種類與施用量對文旦之影響

鉀於植物體內有維持細胞膨壓、促進植物生長與酵素活化等功能，係植物生長相當重要的必要元素，尤其是果樹，更影響果實品質之好壞。而鉀肥的種類因其副成分的不同，對文旦之品質影響差異也相當大。

本場民國 87 年研究比較硫酸鉀、氯化鉀以及硝酸鉀對文旦品質之影響，施用量為每年每株 0.3 及 0.6 公斤氧化鉀。試驗結果顯示施用 0.6 公斤硫酸鉀 (即每年每株

0.3 公斤氧化鉀) 之處理，其文旦果汁量、糖度以及維他命 C 含量皆較氯化鉀、硝酸鉀高。前人研究顯示施用硫酸鉀對鳳梨品質，可使鳳梨果肉顏色濃，組織緊密、糖分高、酸度低，而施用硫酸鉀亦可提高文旦品質，產量方面亦以每年每株施用

0.6 公斤硫酸鉀最高 (Chiang, 1998)。

二、液態磷肥對文旦果實品質之影響

農友施肥習慣上多以施用複合肥料為主，然磷肥往往供過於求，且相較於氮、鉀肥，作物磷肥需求量低，多餘磷肥累積於土壤中，在酸性土壤中被鐵、鋁氧化物固定，鹼性土壤中則形成磷酸鈣，有效性相當低，作物難以利用。

對於文旦果實品質之提升，磷肥為相當重要的關鍵，故肥培管理上除建議農友實施土壤性質分析，調整土壤酸鹼度、開花結果期輔以微生物肥料以提升磷肥有效性外，民國 103 年，本場試驗於文旦生理落果後於葉片噴施液態磷肥，分別每 隔兩週噴施 2、3 與 4 次稀釋 800 倍液態磷肥 (0-42-0)，初步試驗結果顯示葉面噴施磷 肥可以明顯降低文旦果實酸度並提高糖酸比。然降低酸度不利於實際品嚐文旦之 風味，需進一步試驗改善 (Liu, 2015)。

三、植物營養劑對文旦果實品質之影響 農友除以有機質肥料、化學肥料提供文旦果樹養分外，亦輔以添加如有機質、

腐植酸，或是氨基酸、核酸、維生素、酵素等可增加產量、提高品質之植物營養劑。其中而腐植酸與黃酸的混合物質腐黃酸，被認為具有促進光合作用合成之養分輸送與提高品質的效果。

本場民國 95-96 年於花蓮縣瑞穗鄉進行腐黃酸溶液對文旦品質產量影響之試 驗。試驗係於中果期進行噴施腐黃酸溶液處理，即於 6 月下旬開始利用市售之腐黃 酸產品稀釋 1000 倍溶液進行葉面噴施處理，每株果樹約噴施 5 公升之溶液，每隔 3 週噴施 1 次，共 3 次。

結果顯示，噴施腐黃酸處理對文旦果實重量無明顯影響，對果皮厚度、果汁率等性狀之影響亦不明顯，但可明顯增加果實之可溶性固形物含量與糖酸比 (Liu, 2009)。

文旦營養診斷及施肥方法 花蓮主要文旦產區，瑞穗及玉里之土壤主要為東岸母岩沖積土，土壤偏酸且

有機質含量偏低，陳與劉於本場民國 97 年出版之「文旦柚合理化施肥技術」手冊 中點出宜蘭花蓮地區常見肥培管理問題，包括(1)偏好施用豆粕類有機物質；(2)土 壤有機質含量偏低；(3)土壤酸鹼值偏低 (Chen & Liu, 2008)，故強烈建議農友勿選

用高氮且缺磷、鉀之有機質肥料，避免葉片氮素含量偏高，植株生育過旺則不利於文旦果實品質。此外，雖早期推廣使用苦土石灰，曾改善土壤缺鎂問題，但近期仍可觀察到文旦葉片缺鎂情形，因此建議農友應配合土壤分析結果進行土壤改良，避免影響文旦品質及產量。

由於現今葉片營養診斷僅針對柑橘類提供營養元素含量參考範圍，若按照一般柑橘類採樣時機為每年 8 月下旬至 9 月上旬，即文旦採收前 10 至 20 天，文旦已近 採收期，進行葉片營養診斷，無法滿足當季施肥推薦的實際應用。故本場民國 96-97 年於瑞穗、玉里調查不同時期文旦葉片與果實品質之相關性。考量植體分析時間

及肥料在土壤及植株內轉運所需時間，最理想的採樣時間應在 5 至 6 月之間，取樣 部位則與柑橘類相同，為當年生春梢非結果枝距末端第 3 或第 4 片葉 (圖 3)。調查結 果顯示，6 月中旬所採取葉片樣品中磷濃度與果實酸度呈顯著正相關，進而使得磷 濃度與果實糖酸比呈顯著負相關，故應避免過量施用磷肥，以提高產品價值。故

農友可依據表 1 之文旦葉片營養元素濃度範圍，調整後續追肥施用量 (Ni & Jan, 2008; Ni *et al*. 2014)。

表 1. 文旦葉片營養元素濃度範圍 (6 月上旬至中旬採樣) 與柑橘類葉片營養診斷標 準 (8 月下旬至 9 月上旬採樣)。

Table 1. The nutrition concentration range for leaves of Wentan pomelo (early June) and citrus (late August - early September).

作物別	元素別	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
	單位	%					mg kg^{-1}			
文旦	6 月上旬至中旬採樣	1.57-2.86	0.19-0.31	0.18-0.74	1.12-3.61	0.08-0.17	33-82	3-39	6-47	5-18
柑橘類	8 月下旬至 9 月上旬採樣	1.98-2.51	0.11-0.18	1.21-2.77	1.63-4.29	0.19-0.41	60-120	16-94	3-13	13-51

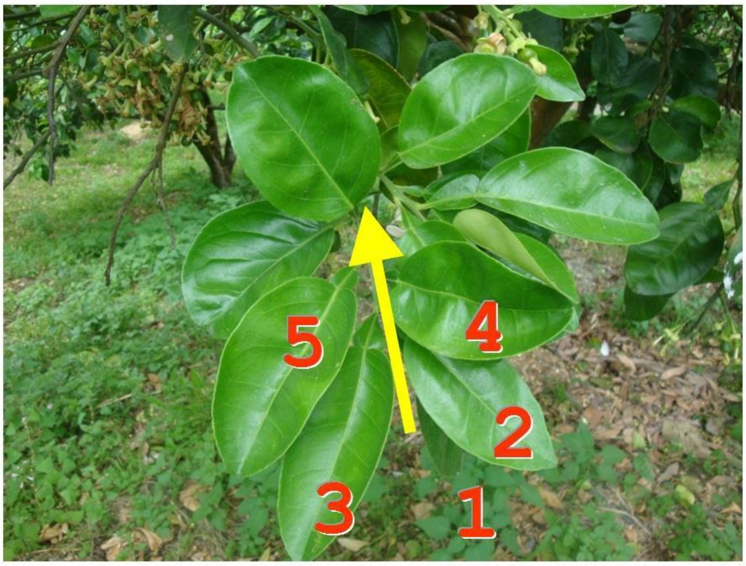

圖 3、文旦植體葉片分析應選取當年生春梢非結果枝，採取由末端往內數第 3 或第 4 片葉

Figure 3. Samping position for leaves of Wentan pomelo.

文旦有機肥培管理技術 文旦有機栽培仍應注重土壤性質改良，前述石灰資材可使用於有機栽培，而

施肥上應選用經充分醱酵腐熟之堆肥，或不易分解之有機資材，並將有機質肥料

深施於土壤中，促進深層根系發展，亦有利於吸收深層土壤中養分與水分。 基肥、

春肥可使用有機質肥料、堆肥，除增加土壤有機質含量外，亦可提供
養分；後續施用追肥，或是施用禮肥恢復樹勢時，可選用以天然資材醱酵製成的液體肥料，並依據生長期對不同營養元素的需求，製作高氮、高磷或高鉀之液體肥料 (Liu *et al*. 2009)。

文旦健康管理技術之肥培管理 自民國 101 年起，本場推動文旦健康管理技術，探

討品種、草生栽培、肥培管
理、整枝修剪、病蟲害防治、採收後處理等面向提升文旦果實、品質之技術。更於民國 103 年出版「文旦健康管理栽培技術」手冊，提供宜蘭花蓮地區農友如何實 施文旦健康管理之參考依據 (Liu *et al*. 2014)。

肥培管理上，本場試驗不同型態氮肥對文旦生育及果實品質之影響，試驗於基肥分別施用不同型態有機質肥料，包括高氮有機質肥料 (5-2-2)、低氮有機質肥料 (2-2-2)，以及低氮有機質肥料 (2-2-2) 並以化學肥料於春肥時補充氮 (試驗中係施用尿素)。結果顯示，基肥施用高氮有機質肥料，與低氮有機質肥料並補充化學肥料者，其葉片植體分析結果顯示，氮含量皆較高，為低氮有機質肥料者兩倍以上。而調查文旦果實性狀發現，基肥施用高氮有機質肥料者，其文旦果實偏大、果重較重。而施用低氮有機質肥料並補充化學肥料者，其文旦果實適中，接近文旦果實品質競賽評分標準 (400-600 公克)，為 651.3 公克，且其文旦果實具有較高比 例果肉，果肉重為 419.6 公克，果汁量 158.3 公克，對於果品銷售較為有利。

此係由於有機質肥料雖對保肥、保水具有重要功能，但施用高氮有機質肥料難以掌握氮素釋出時機，可能遭遇果實肥大期，影響果實大小，且氮肥過多將造成植株延遲成熟，易有病蟲害，對果實而言會使果實增大且果皮增厚等問題。故建議農友施用基肥時，可選用低氮含量之有機質肥料 (2-2-2)，並以少量化學氮肥進行氮肥補充，可避免文旦果實過大 (Hsu & Liu, 2013)。 栽培管理方面，本場進

行夏季修剪對文旦果實品質影響之研究。宜蘭花蓮地
區因高溫多雨，加上農民果園管理習慣等原因，文旦果實易有黑點病而影響果品外觀。本場試驗於 5 月下旬文旦生理落果結束後進行修剪，剪除果實周邊過多緊密 覆蓋的葉片、乾枯枝、病蟲害枝、纖弱或密生導致果實擦壓傷的枝條等，比較與
未修剪者之差易。調查結果顯示，夏季修剪對於文旦單株果樹之日傷果數與著果數無明顯之影響，對於果實重量、果皮厚度、果汁率與可溶性固形物含量以及糖酸比等性狀之影響並不明顯， 但經修剪處理後可以顯著降低果實的酸度。試驗結果亦顯示，修剪處理可以降低果實外觀顏色的綠色度，但對明度與黃色度的影響並不明顯，黑點病的危害程度則因修剪處理而有明顯的降低。 病蟲害防治上，透

過每個月講習宣導農友安全用藥，並進行病蟲害整合性防
治，推動三年來文旦農藥殘留檢出合格率 97.3%提升至 100%，並連續兩年全轄區 100
%合格，農友文旦果品銷售上、消費者食的安全上更有保障。本場積極推動文旦健

康管理，有效提高良果率，累計推廣 393 公頃，每公頃增加產值 15 萬元，共 5,895 萬元。農藥使用成本為 36,147 元/公頃，減少用藥 20 %，共減少農藥成本 284 萬元。 生產成本約 16 萬元/公頃，降低生產成本 10 %，減少生產成本 629 萬元。三年來，本 場推動文旦健康管理減少農友損失及額外收益達 6,808 萬元。

結　　論

本場過去已針對文旦產區土壤性質改良、肥培管理進行詳細試驗研究，應可供農友於文旦栽培時，作為肥培管理之參考依據。農友應於文旦採收後，施用基肥前一至兩個月採取土壤樣品送至本場分析，以便於冬季進行土壤改良，此時如因開溝、深施資材 (石灰資材或有機資材) 而傷害根系，對植株整體影響較低。基肥施用上應選用低氮含量有機質肥料，並於春肥時以化學肥料補充氮肥，並視植株生長情形酌施春肥，如土壤分析結果顯示磷含量偏高，則勿再施用磷肥，應於開花結果期每個月施用一次溶磷菌以增加土壤中磷肥有效性。

六月上、中旬採取當年春梢非結果枝第三或四片葉，並根據植體分析結果進行追肥 (包括葉面施肥)，適時輔以植物營養劑、液態磷肥等噴施，至採收前 21 天 時停止施用追肥，避免影響文旦果實品質及造成肥料浪費。此外，肥料施用上應 注意元素間平衡，雖磷、鉀肥影響文旦果實品質甚鉅，但若偏施磷、鉀肥易造成 鈣、鎂的不足，營養元素間平衡施用，才能達到最佳的施肥效益。農友如能透過 土壤肥力檢測，瞭解果園土壤性質，藉此進行土壤改良與肥培管理，並依據果園 所處位置之氣候、地理條件，以及植株生長狀況等情形稍作調整，方能達到「合 理化施肥」的精神。

目前有關文旦肥培管理之研究已相當完備，筆者認為針對文旦有機肥培之研究尚有可著墨之處，現今法規中農友可使用未經化學處理之礦石資材作為養份來源，例如磷礦粉、粗製鉀鹽等，其效果與施用時機必然與高磷、高鉀之液態肥料不同，為使種植有機文旦農友有更加詳盡的技術可依循，後續可加強文旦有機肥培管理之研究。此外，筆者認為試驗研究成果落實於農友果園肥培管理的比例仍偏低，為使文旦產業永續經營，應加強教育農友對土壤性質之重視，而非將施肥視為提升品質產量之唯一手段。本場將配合文旦健康管理生產體系持續推動文旦合理化施肥技術，望可在農友收益與環境永續中平衡發展。

參考文獻

1. Lin, S.J. and C. Cheng. 1996. Soil Improvement of Magnesium Deficiency for Wentan Pomelo. Bulletin of the Hualien District Agricultural Research and

Extension Station 12: 45-53. (in Chinese with English abstract)

2. Chiang, Kuo-Chung. 1998. Effect of Potassium Fertilizer on the Quality and Yield of Wentan Pomelo. Bulletin of the Hualien District Agricultural Research and Extension Station 15: 29-35. (in Chinese with English abstract)
3. Chiang, K. C., S. J. Lin, and C. Cheng. 1999. Soil and Fertility Managements for Wentan Pomelo. p. 95-108. *in*: Proceedings of a Symposium on the Management and Marketing of Wentan pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) September 9-10, 1998. Hualien, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
4. Perng, Der-Chang. 1999. Effects of Organic Fertilizer Application on Quality and Yield of Wentan Pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck). p. 81-94. *in*: Proceedings of a Symposium on the Management and Marketing of Wentan pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) September 9-10, 1998. Hualien, Taiwan. (in Chinese with English abstract)
5. Liu, Chie-Hsiang. 2015. Effects of liquid phosphate fertilizer applied on Wentan pomelo. p. 28. *in*: 2014 Annual Report of HDARES. Hualien District Agricultural Research and Extension Station. 121 pp.
6. Liu, Chie-Hsiang. 2009. Effects of humic acid on the quality of Wentan pomelo in Hualien area. Bulletin of the Hualien District Agricultural Research and Extension Station. 27: 39-44. (in Chinese with English abstract)
7. Chen, C. T. and C. H. Liu. 2008. Technical manual of Rational Fertilization of Wentan pomelo. 12 pp.
8. Ni, L. F., C. Y. Hsu, C. H. Liu, and C. C. Jan. 2014. Wentan pomelo nutrition diagnosis and fertilization in Hualien area. p. 56-64. *in*: A symposium of the application of soil information database on fertilizer recommendation and amendment of fertilizer manual for fruit and tea crops in various districts of Taiwan. August 28, 2014. Taichung. Taiwan.
9. Ni, L. F. and C. C. Jan. 2008. Establishing the new nutrition diagnosis standard of the soils and the main crops in Hualien area. Research Report of the Hualien District Agricultural Research and Extension Station. (in Chinese with English abstract)
10. Liu, C. H., R. F. Chen, and C. T. Chen. 2009. Technical manual of Organically Cultivation of Wentan pomelo. 47 pp.
11. Liu, C. H., C. Y. Hsu, R. F. Chen, and H. Y. Wu. 2014. Technical manual of Healthy Management Production System of Wentan pomelo. 53 pp.
12. Hsu, C. Y. and C. H. Liu. 2013. Effects of different nitrogen fertilizer types on Wentan pomelo. p. 35-36. *in*: 2013 Experimental Research Seminar of the Hualien District Agricultural Research and Extension Station. November 20, 2013. Hualien. Taiwan.

Review of Researches on Fertility Management for Wentan Pomelo in Hualian Area

Chung-Yu Hsu and Li-Feng Ni
Hualien District Agricultural Research and Extension Station
* E-mail: pudding726@hdares.gov.tw

Abstract

Wentan pomelo is important fruit tree in Hualien area. The cultivation area was 1,372 hectares in 2014, and most were produced in Rueisuei and Yuli Townships, Hualien County, and Dongshan Township, Yilan County. The average yield is over 12,000 kg ha^{-1}. The environment conditions in Hualien were different from Western Taiwan, and the fertility management was one of the key technologies to the quality and yield of Wentan pomelo. The fertility managements for Wentan pomelo were researched by Hualien district agricultural research and extension station (HDARES) since 1990, and effects of soil improvement and fertilization on quality and yield of Wentan pomelo were included. Besides, the environment conditions in Hualien were appropriate organic Wentan pomelo, and the ratio was increased. There were also few researches on organic cultivation for Wentan pomelo. In recent years, effects of different nitrogen fertilizer types on the quality and outward of Wentan pomelo were investigated. In this article, researches on fertility management for Wentan pomelo in Hualian area were reviewed, and the future researches were also suggested.

Keywords: Hualien area, Wentan pomelo, fertility management